

ВЛИЯНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНОГО РЕВЕРТИРОВАННОГО АУСТЕНИТА НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ НА Fe-Ni-W-Co-Mo ОСНОВЕ

Аитова Ю.С., Белозёров Г.А.

Руководитель - к.т.н. Ишина Е.А.

ФГАОУ ВПО УрФУ, Екатеринбург, Россия,

e-mail: iea@mtf.ustu.ru

Хорошо известно, что благодаря минимальному содержанию углерода и вредных примесей, а также легированию никелем, облегчающему скольжение подвижных дислокаций, мартенситностареющие стали (МСС) при высоких прочностных свойствах ($\sigma_B = 1800-2100$ МПа) характеризуются повышенной пластичностью и вязкостью, а также сопротивлению хрупкому разрушению.

Вместе с тем экстремальные условия эксплуатации изделий при пониженных и криогенных температурах, а также замедленное охлаждение заготовок послековки, вызывающее эффект "тепловое охрупчивания", могут приводить к резкому снижению пластических свойств, характеристик ударной вязкости и трещиностойкости МСС. При невозможности полного устранения указанных охрупчивающих факторов для условий сложного температурно-силового воздействия и неблагоприятного структурного состоянии представлялось целесообразным рассмотреть возможность повышения запаса вязких свойств МСС за счет формирования в структуре повышенного содержания метастабильного ревертированного аустенита.

В этой связи на примере МСС 03Н17В10К10МТ с повышенным содержанием вольфрама представлялось целесообразным изучить влияние аустенитной фазы на механические свойства и сопротивление хрупкому разрушению. Известно, что МСС такой композиции имеют высокие прочностные свойства, но при этом являются достаточно хрупкими.

Для формирования в структуре стали 03Н17В10К10МТ ревертированного аустенита после закалки, которая совмещена с процессомковки от 1200°C, было проведено старение в двухфазную ($\alpha + \gamma$) область при температурах 520, 560 и 600°C.

Согласно рентгеноструктурному анализу после старения при температуре 600°C зафиксировано наибольшее количество ревертированного аустенита: 11%.

Как видно из таблицы, в закаленном состоянии сталь 03Н17В10К10МТ имеет достаточно высокие значения ударной вязкости KCV. Однако, при проведении старения наблюдается резкое снижение характеристик

пластичности и ударной вязкости. Факторами резкого снижения пластических свойств и сопротивления хрупкому разрушению, по-видимому, является избыточное легирование элементами, образующими упрочняющие фазы, а также их неблагоприятное распределение.

Таблица Механические свойства стали 03Н17В10К10МТ

Образец	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCV, МДж/м ²	$\gamma_{исх}/\gamma_{излом}$, %
1.Закалка, совмещенная с ковкой 1200°C (вода)	1090	1150	12,3	65,2	1,75	1/-
2.Закалка, совмещенная с ковкой 1200°C (вода) +старение 520 °С (3ч.)	2 240	2 320	4,0	24,5	0,137	6/-
3.Закалка, совмещенная с ковкой 1200°C (вода) +старение 560 °С (3ч.)	-	-	-	-	0,07	5/4
4.Закалка, совмещенная с ковкой 1200°C (вода) +старение 600 °С (3ч.)	2 340	2 410	4,5	39,9	0,145	11/9

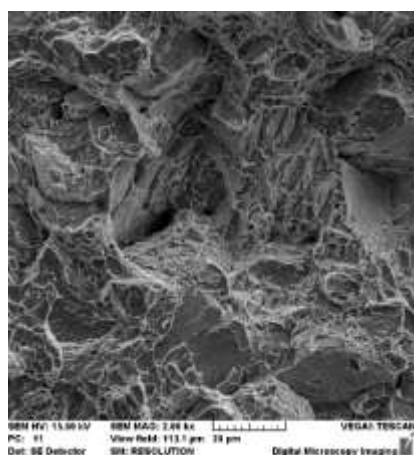
Особенно заметное охрупчивание стали наблюдается после старения при 560°C. Согласно литературным источникам и данным рентгеноструктурного анализа, при этой температуре происходит выделение фазы Лавеса (FeNi)₂W. По видимому, присутствие в структуре стали данной фазы приводит к резкому охрупчиванию, что подтверждается значениями ударной вязкости KCV=0,07 МДж/м², а наличие в структуре 5% ревертированного аустенита оказывается недостаточным, чтобы улучшить пластические свойства и ударную вязкость.

Вместе с тем у образца, состаренного при температуре 600°C, наблюдается повышение прочностных свойств, несмотря на присутствие в структуре 11% ревертированного аустенита. Улучшение прочностных ($\sigma_{0,2}$ и σ_B) характеристик можно связать с ПНП эффектом, т.е. образовавшаяся при данном режиме обработки γ -фаза является деформационно-метастабильной, следовательно, возможен $\gamma \rightarrow \alpha$ переход в процессе нагружения и связанные с этим затраты энергии.

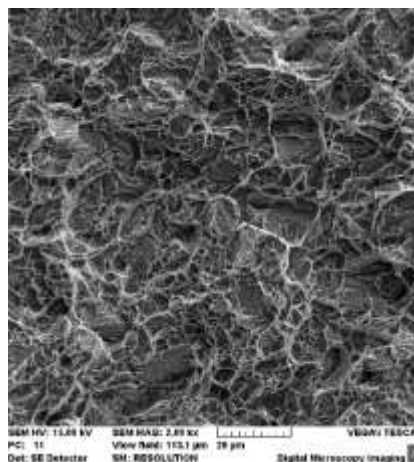
Кроме того, старение при повышенной температуре (600°C), приводящее к формированию в структуре 11% ревертированного аустенита несколько повышает пластические свойства и ударную вязкость.

На рисунках 1 а, б, в представлены микростроение изломов в зависимости от температуры старения. При перестаривании при температуре 560°C (рисунок 1, б) наблюдается резкое охрупчивание, что подтверждается видом излома. В изломе присутствуют характерные поля ручьистого кристаллического излома. В случае высокой температуры старения при 600°C (рисунок 1, в) и формирования в структуре до 11%

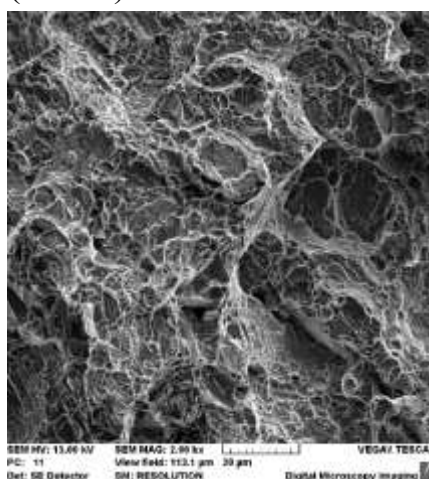
ревертированного аустенита излом оказывается более вязким, в нем увеличивается количество участков ямочного излома, при этом видны ямки различных размеров. В случае старения при температуре 520°C (рисунок 1, а) в изломе можно наблюдать зоны смешанного механизма разрушения: помимо участков ямочного присутствуют характерные поля хрупкого разрушения.



а (x2000)



б (x2000)



в (x2000)

Рисунок 1 Микростроение изломов стали 03Н17В10К10МТ при закалке 1200°C и температурах старения: *а* – 520°C, *б* – 560°C, *в* – 600°C.